

PENURUNAN SALINITAS AIR PAYAU DENGAN MENGGUNAKAN RESIN PENUKAR ION

Ratih Suci Apriani, Putu Wesen

Progdi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya. Surabaya 60294
Email : progditlupn@yahoo.com

ABSTRAK

Air payau memiliki tingkat salinitas tinggi yang memberikan rasa asin pada air. Proses desalinasi yang selama ini telah dilakukan adalah dengan evaporasi dan reverse osmosis. Namun cara ini memerlukan biaya dan perawatan yang mahal. Alternatif proses yang mungkin bisa lebih sederhana adalah dengan resin penukar ion yang selama ini banyak digunakan untuk keperluan industri. proses ini menggunakan resin penukar ion Amberjet 1200 H^+ dan Amberjet 4400 OH^- . Penelitian dilakukan di laboratorium dengan dua kolom gelas masing-masing dengan ketinggian 60 cm, dan diameter 5 cm yang dihubungkan secara seri dan masing-masing diisi resin kation H^+ dan resin anion OH^- . Percobaan dilakukan dalam skala laboratorium dengan variasi debit aliran pada kisaran 100 – 140 ml/menit dan rentang waktu pengamatan pada kisaran 1,5 – 7,5 jam. Analisa dilakukan terhadap kandungan Na^+ dan Cl^- . Dari semua variable yang dilakukan, hasil akhir proses setelah analisa menunjukkan bawa semuanya memenuhi criteria air bersih berdasarkan ketentuan Permenkes RI N0.907/ MENKES/ SK/ VII/ 2002

Kata kunci : *air payau, pertukaran ion, resi kation, resin anion*

ABSTRACT

Brackish water own high level salinity giving to feel briny at water. Desalination process which during the time have been done by evaporation and reverse osmosis. But the way of this high cost . Process alternative which could probably more modestly with ion exchange which during the time a lot of used for industry. This process uses ion exchange resin Amberjet 1200 H^+ and Amberjet 4400 OH^- . Laboratory scale experiment was conducted using two glass column each with height 60 cm, and diameter 5 cm connective break evenly and each filled by resin kation H^+ and anion resin OH^- . Experiment was conducted with variation of charge stream at range 100 - 140 ml/menit and span time at range 1,5 - 7,5 hours. Analyse conducted to content Na^+ and Cl^- . From all conducted variable, result final process after analysis show to bring altogether fulfill clean water criteria pursuant to rule of Permenkes RI N0.907/ MENKES/ SK/ VII/ 2002

Keyword : *brackish water, ion exchange, cation resin, anion resin*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yang semakin hari semakin meningkat kebutuhannya. Hal ini menjadi masalah bagi masyarakat yang sulit mendapatkan air bersih, higienis dan tawar. Umumnya bagi mereka yang menggunakan air tanah untuk kebutuhan air sehari-harinya.

Air tanah yang digunakan masyarakat medokan ayu, umumnya kondisinya kurang memenuhi syarat dari segi kualitas karena masih mengandung Cl^- dan kesadahan tinggi (tidak bisa dipakai untuk mencuci). Air payau memiliki tingkat salinitas tinggi, yang berarti mengandung kadar *chlorida* yang tinggi pula. Air payau mengandung kadar *chlorida* sebesar 500-5000 mg/lit dan memberikan rasa asin pada air. Baku mutu untuk air bersih, kadar klorida maksimum yang diperbolehkan adalah 600 mg/lit (kusumahati, 1998). Proses desalinasi yang selama ini sudah dilakukan adalah dengan cara penguapan (*evaporasi*) dan proses *Reverse Osmosis* namun kedua cara tersebut memerlukan biaya dalam cukup mahal dan perawatannya pun cukup rumit (hapsari 1998).

Alternatif proses yang mungkin bisa lebih sederhana adalah dengan resin penukar ion. Dengan resin ini maka garam-garam yang terkandung dalam air payau akan bisa diturunkan kandungannya. Resin yang digunakan sebagai penukar ion – ion Na^+ dan Cl^- menggunakan resin yang ada dipasaran. Untuk mengetahui kinerja dari resin penukar ion maka perlu dilakukan penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas air payau menggambarkan kandungan garam dalam suatu air payau. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu: natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), Klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{--}) dan bikarbonat (HCO_3^-). Salinitas dinyatakan dalam satuan gram/kg atau promil (‰) (Yusuf E, 2009). Air dikategorikan sebagai air payau bila konsentrasi garamnya 0,05 sampai 3‰ atau menjadi *saline* bila konsentrasinya 3 sampai 5‰. Lebih dari 5‰ disebut *brine*.

Air payau adalah air yang salinitasnya lebih rendah dari pada salinitas rata-rata air laut normal (<35 permil) dan lebih tinggi dari pada 0,5 permil yang terjadi karena pencampuran antara air laut dengan air tawar baik secara alamiah maupun buatan. Banyak sumur-sumur yang airnya masih mengandung ion-ion besi (Fe^{++}), natrium (Na^+), zink (Zn^{++}), sulfat (SO_4^{--}), dan klorida (Cl^-) yang cukup tinggi (Etikasari yusuf dkk, 2009).

Air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu :

1. Karakteristik fisik
 - a. Merupakan cairan tak berwarna
 - b. Mempunyai densitas = 1,02 dengan pH 7,8-8,2
 - c. Mempunyai titik beku = $-2,78^\circ\text{C}$ dan titik didih = $101,1^\circ\text{C}$
 - d. Suhu rata-rata = $\pm 25^\circ\text{C}$
 - e. Rasanya pahit dan aromanya tergan- tung pada kemurniannya.

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia yang ada dalam air dapat merugikan lingkungan. Berikut ini beberapa karakteristik kimia dari air bersih :

- Derajat keasaman (pH) antara 6 - 8,5
- Jumlah kesadahan (*Total Hardness*)
- Zat organik
- CO₂ agresif tinggi
- Kandungan unsur kimiawi seperti . yang banyak terkandung dalam air sumur payau adalah Fe⁺⁺, Na⁺, SO₄⁼, Cl⁻, Mn⁺⁺, Zn⁺⁺ (Wulandari A, 2009)

3. Karakteristik biologi

Termasuk karakteristik biologi adalah ganggang, lumut, dan mikroorganisme lainnya yang dapat mengganggu kesehatan, walaupun terdapat dalam jumlah kecil . (Yusuf E, 2009)

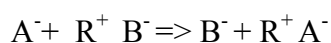
Pertukaran Ion

Metode Pertukaran ion merupakan suatu metode yang digunakan untuk memisahkan ion-ion yang tidak dikehendaki berada dalam larutan , untuk dipindahkan kedalam media padat yang disebut dengan media penukar ion, dimana media penukar ion ini melepaskan ion lain kedalam larutan.

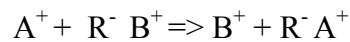
Mekanisme Pertukaran Ion :

Jika suatu larutan yang mengandung anion atau kation dikontakkan dengan media penukar ion, maka akan terjadi pertukaran anion dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :

1. Mekanisme pertukaran anion



2. Mekanisme pertukaran kation



A = ion yang akan dipisahkan
(pada larutan)

B = ion yang menggantikan ion A
(pada padatan/media penukar ion)

R= bagian ionic / gugus fungsional pada penukar ion.(Kusumahati 1998)

Resin penukar ion (*ion exchange*) yang merupakan media penukar ion sintetis pertama kali dikembangkan oleh *Adam* dan *Holmes*. Penemuan ini membuka jalan pembuatan resin hasil *polimerisasi styrene* dan *divinil benzena*. Bentuk resin penukar ion ini bermacam – macam yaitu dapat berupa butiran, powder, membrane atau *fiber*. (Kusumahati, 1998).

Resin sebagai media penukar ion mempunyai beberapa sifat dan keunggulan tertentu. Sifat-sifat resin yang baik adalah sebagai berikut:

- Mempunyai kapasitas ikatan silang yang kuat yang dapat menghilangkan sejumlah ion tertentu
- Resin dengan ukuran partikel kecil akan semakin baik, sebab dibutuhkan luas kontak yang besar
- Resin mempunyai stabilitas yang dapat digunakan dalam waktu yang lama, tidak mudah aus/rusak dalam regenerasi.(Prayoga H, 2008)

Resin AMBERJET

- Resin Kation AMBERJET 1200 H⁺
Adalah suatu penukar kation asam kuat, berkualitas tinggi, ukuran partikelnya seragam yang didesain untuk penggunaan dalam semua system demineralisasi umum

keseragaman dan ukuran partikel rata-rata AMBERJET 1200 H telah dioptimalkan untuk penggunaan dalam peralatan demineralisasi industri termasuk bed campuran ketika digunakan bersamaan dengan AMBERJET 4200 C1. AMBERJET 1200 H dapat digantikan langsung dengan resin penukar ion golongan konvensional dalam peralatan baru dan dalam rebed (penggantian/pengisian bed kembali) dari instalasi yang ada.

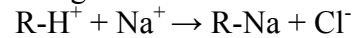
Resin Anion AMBERJET 4400 OH⁻

Adalah suatu penukar anion basa kuat yang ukuran partikelnya seragam dari jenis 1 dengan struktur gelombang bening, berdasarkan polistyren yang terhubung silang. AMBERJET 4400 memiliki kapasitas lebih tinggi dan kapasitas penahanan uap lembab lebih rendah dari AMBERJET 4200. Karena suatu teknologi manufaktur baru, AMBERJET 4400 OH⁻ memiliki kinerja bilasan yang baik sekali dan stabilitas fisik terkenal, yang digambarkan dari integritas butirannya yang sangat dan daya tahannya terhadap guncangan osmotik dan tekanan mekanis. Resin diberikan dalam bentuk OH⁻ yang diregenerasi sepenuhnya, dan membuatnya khususnya sesuai untuk penggunaan dalam aplikasi di mana regenerasi awal tidak mungkin atau tidak diinginkan. Sistem kontinyu sering digunakan dalam proses ion exchange. Hal ini disebabkan karena resin akan selalu berkontak dengan larutan yang segar sehingga konsentrasi yang berkontak tersebut relatif konstan. (Puspo, 2008)

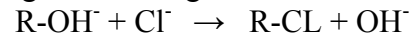
Mekanisme proses pertukaran ion

dengan resin penukar ion H⁺ dan OH⁻

Jika dalam larutan terdapat garam NaCl, maka resin kation H⁺ akan mengikat Na⁺ dengan mekanisme reaksi :



Sedangkan resin anion OH⁻ akan mengikat Cl⁻ dengan mekanisme reaksi :



Beberapa faktor utama yang mempengaruhi penurunan kandungan garam terlarut dalam air payau dengan menggunakan resin penukar ion adalah :

- a. Tinggi media
Semakin tinggi media yang digunakan maka semakin banyak media yang digunakan, maka semakin besar kemampuan menukar ion-ion dalam air payau.
- b. Debit aliran
Debit aliran mempengaruhi waktu kontak, dimana semakin besar debit aliran yang masuk maka waktu kontak semakin pendek pertukaran ion semakin sedikit. Hal ini disebabkan waktu tinggal atau kontak air payau dengan media resin cuman sebentar begitu juga sebaliknya (Kirk-Othmer, 1967)
- c. Ukuran partikel.
Semakin kecil ukuran partikel akan semakin besar luas permukaan, akan semakin besar luasan kontak yang terjadi

METODE PENELITIAN

Bahan Yang Digunakan

1. Air payau dari Medokan Ayu
2. Resin Kation AMBERJET 1200 (H⁺) dan Resin Anion AMBERJET 4400 (OH⁻) dibeli di PT. Arianto Darmawan Jl. Biliton No.71 Surabaya.

Peralatan Penelitian

1. Pompa
2. Pipa *overflow*
3. Bak Penampung
4. *Glass resin columns*
5. Media resin kation dan resin anion
6. Bak *Effluent*

Variable Penelitian

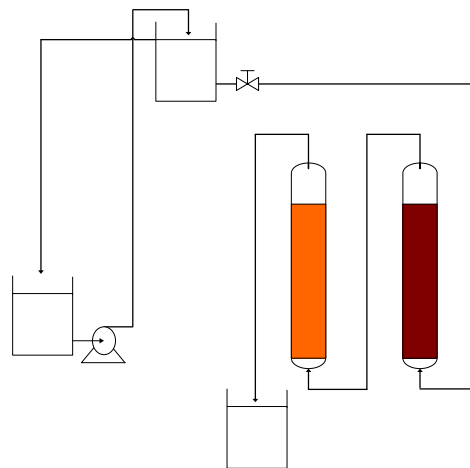
1. Variabel tetap
 - a. Ketinggian media resin kation dan resin anion masing-masing : 40 cm (resin kation H^+) untuk kolom I dan (resin anion OH^-) untuk kolom II.
 - b. Tinggi kolom proses masing-masing 60 cm
2. Variabel yang diteliti
 - a. Debit aliran : 100, 110, 120, 130, 140 ml/menit
 - b. Waktu pengamatan : 1,5 jam ; 3 jam ; 4,5 jam ; 6 jam ; 7,5 jam

Prosedur Kerja

1. Masukkan resin penukar kation dan anion kedalam kolom I dan II
2. Masukkan air payau ke dalam bak penampung
3. Air payau dari bak penampung dipompa menuju *glass columns* secara *upflow* dengan variasi debit aliran 100, 110, 120, 130, 140 ml/menit
4. Setelah proses kontak dalam *glass columns* berjalan sesuai dengan debit yang dialirkan, selanjutnya mengambil sampel untuk analisa dari aliran ke bak effluent dengan selang waktu sesuai variabel
5. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Lingkungan FTSP dan

Laboratorium Kimia Teknik kimia
UPN "Veteran" JATIM.

Gambar Alat



Gambar 1. Diagram rangkaian alat proses pertukaran ion

Keterangan :

- a. bak penampung 2
- b. bak penampung 1
- c. kolom kation (I)
- d. kolom anion (II)
- e. bak penampung hasil



Pompa air



Kran pengatur debit



Gambar 2 : Foto rangkaian alat proses pertukaran ion

HASIL DAN PEMBAHASAN

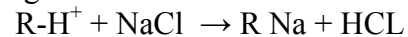
1. Penyisihan ion Na^+

Hasil analisa penyisihan Na^+ pada berbagai variabel yang dilakukan, ditampilkan pada tabel 1 dan gambar 3. Terlihat bahwa semakin lama proses berlangsung maka prosentase penyisihan semakin menurun hal ini terlihat dari grafik yang cenderung menurun seiring dengan peningkatan laju aliran dan waktu pengamatan. Hal ini disebabkan karena pertukaran ion H^+ yang ada dalam resin mulai jenuh oleh ion natrium (Na^+) dan mengakibatkan banyak ion- ion natrium (Na^+) yang lolos,

Tabel.1. Pengaruh perubahan debit aliran terhadap penyisihan ion Na^+ pada berbagai waktu pengamatan

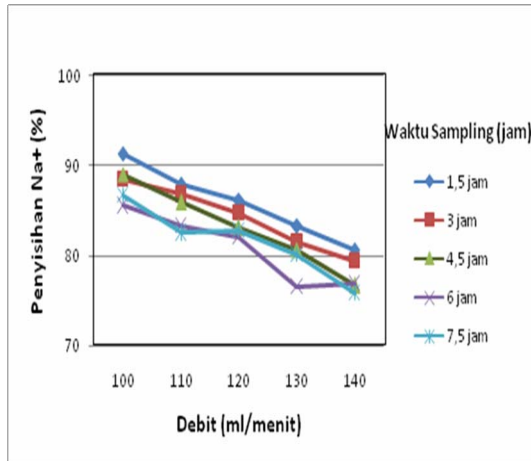
Q (ml/mnt)	Waktu sampling (jam)	Na^+ setelah proses (mg/l)	Prosentase Penyisihan Na^+
100	1,5	70	91,35
	3	93	88,51
	4,5	89	89,01
	6	117	85,55
	7,5	108	86,66
110	1,5	98	87,9
	3	107	86,79
	4,5	114	85,92
	6	135	83,33
	7,5	141	82,52
120	1,5	112	86,17
	3	123	84,81
	4,5	137	83,08
	6	145	82,09
	7,5	139	82,83
130	1,5	135	83,33
	3	149	81,6
	4,5	157	80,61
	6	159	76,58
	7,5	161	80,12
140	1,5	157	80,61
	3	167	79,38
	4,5	189	76,66
	6	187	76,91
	7,5	196	75,8

sesuai dengan reaksi pertukaran ion sebagai berikut :



Disini ion-ion Na^+ akan mengganti kan ion H^+ dalam resin sampai akhirnya keseluruhan ion H^+ tergantikan oleh ion Na^+ , pada saat ini terjadi suatu proses kejenuhan yang berakibat pertukaran ion terhenti. Semakin besar debit aliran yang mengalir kedalam kolom penukar ion maka prosentase penyisihan ion natrium (Na^+) juga semakin kecil, hal ini di karenakan dengan makin besar

debit aliran, maka waktu kontak dalam kolom juga semakin pendek, disamping itu juga dengan makin besarnya debit, maka ion-ion Na^+ yang masuk menggantikan ion-ion H^+ juga makin banyak sehingga prosentase penyisihan juga makin kecil



Gambar 3. Grafik hubungan antara debit aliran dan prosentase penyisihan Na^+ pada berbagai waktu pengamatan

Dari table 1 menunjukkan bahwa pada semua variasi debit dan waktu pengamatan, ternyata semua hasilnya memenuhi ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 907/MENKES/SK/VII/2002 (masih dibawah nilai ambang batas). Namun untuk debit aliran 140 l/menit, hasil akhir menunjukkan konsentrasi Na^+ sebesar 196 mg/l. Angka ini sudah mendekati nilai ambang batas 200 mg/l untuk waktu pengamatan 7,5 jam. Artinya bahwa resin penukar ion tersebut dengan kondisi air payau yang digunakan pada debit 140 ml/menit dapat diopersikan selama 7,5 jam sebelum akhirnya dilakukan regenerasi. Pada kondisi ini prosentasi penyisihan ion Na^+ mencapai 75, 58 %

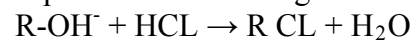
2. Penyisihan ion Cl^-

Hasil analisa penyisihan ion Cl^- ditampilkan pada tabel 2 dan gambar 4.

Tabel 2. Pengaruh perubahan debit aliran terhadap penyisihan ion Cl^- pada berbagai waktu pengamatan

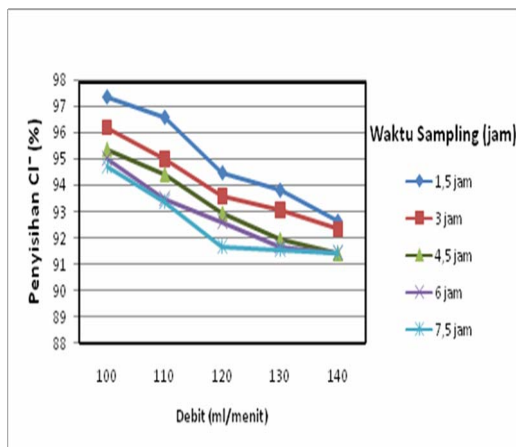
Q (ml/mnt)	Watu sampling (jam)	Cl^- setelah proses (mg/l)	Prosentase Penurunan Cl^-
100	1,5	22,49	97,35
	3	32,48	96,17
	4,5	39,46	95,35
	6	42,48	95
	7,5	44,98	94,7
110	1,5	26,48	96,58
	3	42	95
	4,5	47,48	94,41
	6	55,48	93,47
	7,5	56,48	93,35
120	1,5	46,9	94,48
	3	54,48	93,59
	4,5	59,98	92,94
	6	62,98	92,59
	7,5	70,97	91,65
130	1,5	52,48	93,82
	3	58,98	93,06
	4,5	68,48	91,94
	6	71	91,64
	7,5	71,12	91,53
140	1,5	62,48	92,64
	3	64,97	92,35
	4,5	72,98	91,41
	6	72,96	91,43
	7,5	72,98	91,57

Dari grafik gambar 4 terlihat bahwa prosentase penyisihan ion Cl^- mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu sampling atau seiring lamanya proses. Penurunan ini dapat terjadi karena resin ion OH^- mengalami kejenuhan, sesuai dengan reaksi pertukaran ion sebagai berikut :



Disini ion-ion Cl^- menggantikan ion OH^- dalam resin sampai akhirnya

keseluruhan ion OH^- tergantikan oleh ion Cl^- , pada saat ini terjadi suatu proses kejenuhan yang berakibat resin pertukaran ion terhenti. Lamanya proses waktu sampling sangat berperan penting dalam prosentase penyisihan.



Gambar 4. Grafik hubungan antara debit aliran dengan prosentase penyisihan ion Cl^- pada berbagai waktu pengamatan.

Dari gambar 4 terlihat bahwa semakin besar debit aliran maka semakin besar pula ion Cl^- yang masuk dan semakin kecil waktu kontak antara ion Cl^- dengan media resin anion sehingga penyisihan ion Cl^- cenderung menurun. Dari keseluruhan variable yang diamati, hasilnya menunjukkan bahwa hasil akhir setelah proses pada semua debit dan waktu pengamatan jauh dibawah nilai ambang batas, artinya hasilnya sangat baik, terendah adalah 72, 98 mg/l, dibandingkan dengan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 907/MENKES/SK/VII/ 2002 dengan nilai ambang batas ion Cl^- sebesar 600 mg/l. Kondisi ini dicapai pada debit aliran 140 ml/menit dalam jangka waktu 7,5 jam dengan penyisihan ion Cl^- mencapai 91,57 %

KESIMPULAN

1. Hasil penyisihan Na^+ dan Cl^- terbaik terjadi pada aliran 100 ml/menit sebesar 91,35% untuk Na^+ dan 97,35% untuk Cl^- dari konsentrasi awal Na^+ sebesar 810mg/l dan konsentrasi awal Cl^- sebesar 850mg/l.
2. Hasil yang diperoleh secara keseluruhan untuk semua variable, masih dibawah ambang batas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 907/MENKES/ SK/VII/2002 yaitu 600 mg/l untuk Cl^- dan 200mg/l untuk Na^+ .
3. Semakin lama proses berlangsung dan semakin besar debit aliran maka prosentase penyisihan juga makin menurun.
4. Resin penukar ion mampu menurunkan salinitas (NaCl) sesuai ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 907/MENKES/SK/VII/2002

DAFTAR PUSTAKA

- Hapsari, T., 1998, “ Pengaruh Salinitas dan pH Pada Kestabilan Solidifikasi Logam Berat“, Program studi Teknik Kimia, ITS, Surabaya.
- Kirk-Othmer, 1967, “ Encyclopedia of Chemical Teknologi “ Second Edition, Vol 11, hal 888.
- Kusumahati,I., 1998, “ Studi Kemampuan Resin Kation Na^+ dan H^+ sebagai Media Penukar Ion Untuk Menurunkan kandungan Tembaga “, Program studi Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Melliani, Y., 2005, “Penurunan Kadar Tembaga (Cu) Limbah Cair Elektroplating Menggunakan Resin Penukar Ion “, Program

studi Teknik Lingkungan, UPN,
Surabaya.

Puspo, R., 2008, " Efisien penyisihan
Crom (Cr^{6+}) dari Air Limbah
Pelapisan Logam dengan
Penukar Ion ", Program studi
Teknik Lingkungan, UPN,
Surabaya.

Prayoga, H., 2008, " Penurunan
Konsentrasi Tembaga (Cu^{+2})
Dari Limbah Pelapisan Logam
Dengan Penukar Ion ", Progam
studi Teknik Lingkungan UPN,
Surabaya.

